Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik
zu Königsberg i. Pr.
(Direktor: Prof.: Dr. O. Bruns.)

Lane Medical Library

Untersuchungen
über den
dosierten Valsalvaschen Versuch an gesunden Herzen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Medizin,
Chirurgie und Geburtshilfe
der Hohen Medizinischen Fakultät zu Königsberg

*

Vorgelegt von
Arno Engelbrecht, Medizinalpraktikant.

1926

Referent: Prof. Dr. Bruns.

Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik zu Königsberg i. Pr.
(Direktor: Professor Dr. O. Bruns.)

Untersuchungen über den dosierten Valsalvaschen Versuch an gesunden Herzen.

Von
ARNO ENGELBRECHT, Medizinalpraktikant.

Um die Wende des 17. Jahrhunderts wurde von dem italienischen Anatomen und Chirurgen Antonius-Maria Valsalva (1666—1723) folgender Versuch angegeben, nach tiefster Einatmung eine kräftige Ausatmungsbewegung bei geschlossener Mund- und Nasenöffnung zu machen. Dieser Versuch wurde anfangs vorwiegend zur Feststellung von Trommelfellperforationen, die durch penetrierende Verletzungen oder Mittelohreiterungen hervorgerufen waren, benutzt. Erst vor 20 Jahren wurde von Kraus die Feststellung gemacht, daß diese Preßbewegung weitgehendsten Einfluß auf das Herz und die Blutzirkulation zur Folge hat.

Uns soll hier nur die Frage der Auswirkung des Versuchs auf die Herzgröße interessieren.

Zu diesem Zweck stellt man in einer beizubehaltenden Haltung, entweder beim Liegen oder Stehen, zuerst den Umfang des Herzens bei Ruhelage und dann bei ausgeführtem Versuch fest. Durch Vergleichung der beiden Herzflächen hat Kraus Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Herzens gezogen.

Kraus hat auch als erster eine genaue Beschreibung über die Mechanik und die Wirkungsweise des zu herzdiagnostischen Zwecken benutzten Valsalvaschen Versuchs angegeben. Er läßt dazu den Thorax der Versuchsperson in tiefste Inspiration bringen, darauf die Glottis schließen und nun durch Anspannung aller Exspirationsmuskel den Brustraum möglichst lange und heftig verkleinern, damit der elastische Zug der Lungen beschränkt wird. Bei diesem, unter maximaler Pressung ausgeführtem Versuch, drückt die unter starken Druck gesetzte Lungenluft auf das Herz und die thorakalen Gefäße, während von außen kein venöses Blut in den Thorax dringen kann. Als äußeres Zeichen sieht man die großen Venen am Hals anschwellen. Das Blut aus den Lungen wird rasch ins linke Herz befördert und das letztere entleert es alsbald in die Arterien. Lungen- und Herzhöhlen werden leer, während im großen Kreislauf vermehrter Blutreichtum herrscht.

Vor dem Röntgenschirm hat nun Kraus beobachtet, wie das „inspiratorisch gesenkte, um seine dorsoventrale Achse gedrehte Herz beim exspiratorischen Pressen zunehmend sich verkleinert." Zuerst tritt eine Volumenschwankung des rechten Vorhofs ein. Dieser soll nach den Untersuchungen von Kraus zu pulsieren aufhören. Dann wird auch eine Verkleinerung der Kammern in allen Durchmessern bemerkbar. Ein vollständiges Verschwinden der Pulsation der Kammern konnte er nicht immer konstatieren. Er macht aber die Beobachtung, daß der Radialispuls fast völlig unterdrückt ist. Direkte genaue Versuche über Puls- und Blutdruck während des Valsalvaschen Versuches sind von Kraus in der bisher veröffentlichten Literatur nicht angegeben, doch führen seine Untersuchungen an in der Tätigkeit behinderten Herzen zu der Feststellung, daß der Blutdruck eine Erhöhung und der Puls eine Verlangsamung zeigen.

Nach neueren Untersuchungen von Moritz, Bürger, Dietlen u. a. ist eine deutliche Verkleinerung der Diastole bemerkbar, die einerseits auf der Behinderung der diastolischen Herzfüllung (Erschwerung des Bluteinflusses in den Brustkorb, Druck auf die Herzwände), andererseits auf stärkere Entleerung durch „Zuwachs an systolischer Propulsivkraft" (Moritz) beruht. Die Verkleinerung des Herzens gegen ganz gesunkenen Aortendruck (Bürger) erfolgt stufenweise, bei jeder Systole mehr, bis zu unwahrscheinlichen Graden, vorausgesetzt, daß die Preßbewegung lange genug anhält. Bürger findet außer dem Ansteigen des Venendruckes während des Valsalvaschen Versuches bei Beginn der Pressung gleichfalls ein Ansteigen des arteriellen Druckes, der gleich darauf, bei längerer Dauer der Pressung auf sehr niedrige Werte herabsinkt. Oft ist nach seinen Angaben, ebenso wie bei den Untersuchungen von Kraus, in diesem Stadium der Radialispuls nahezu verschwunden. Im Kapillargebiet ist eine Verlangsamung der Blutströmung während des Versuches erkennbar. Nach Wiedereinsetzen der Atmung schießt das Blut ins Herz hinein. Dieses wird im Röntgenbild rasch größer und größer und erreicht nach einigen Schlägen wieder seine Ausgangsgröße oder geht, wie wir uns selber oftmals davon überzeugen konnten, sogar darüber hinaus. Der Blutdruck erreicht eine zweite Erhöhung, die in die Zeit der vermehrten Herzfüllung fällt. Der Puls, der bei Ausführung des Versuchs in der Regel eine Beschleunigung zeigt, läßt unmittelbar beim Nachlassen der Pressung ein kurzes Stadium der Bradykardie erkennen.

Läßt man nun nach der beschriebenen Technik den Valsalvaschen Versuch von herzgesunden Personen ausführen, so wird man an den einzelnen Individuen eine durchaus differente Verkleinerung gegenüber den dazu gehörigen Ruhelagen an dem Röntgenschirm konstatieren können. Wovon ist nun der Grad der Verkleinerung abhängig?

Schon rein mechanisch richtet sich die Verkleinerung nach der Größe der Preßbewegung, d. h. nach der Höhe des auf das Herz wirkenden Thoraxinnendruckes. Ein mit maximaler Anstrengung ausgeführter Versuch wird stärkere Unterschiede einem weniger kräftig ausgeführten gegenüber fraglos erkennen lassen. Ein gut durchgebildeter Körper mit ausgebildeter Atemtechnik muß hierbei prägnantere Ergebnisse verzeichnen können, als ein völlig ungeübter und wenig ausdehnungsfähiger Thorax. Doch muß ich

dazu gleich bemerken, daß bei Herzen von sportgeübten Versuchspersonen Faktoren mitsprechen, die in einem der nächsten Kapitel noch besonders zu besprechen sind. Ferner ist die Zwerchfellhöhe, d. h. die Inspirationsstellung für den Grad der Verkleinerung von ausschlaggebender Bedeutung. Nach Untersuchungen von Rohrer hängt die expiratorische Preßkraft ganz wesentlich von dieser Ausgangsstellung ab. Die Unterschiede in der Preßhöhe bei verschiedenen Ausgangsstellungen betragen Differenzen bis zu 50%. Bei dem Ausfall sind aber auch Faktoren ausschlaggebend, die in der Elastizität des Brustkorbes, der Kraft der Expirationsmuskel (Emphysem, Asthma) zu suchen sind. Natürlich wirkt auch die Dauer der Pressung auf das Herz ein, doch ist von Bürger festgestellt, daß nach ca. 5—6 Sekunden Dauer die Größe des zusammengedrückten Herzens konstant bleibt. Aus all diesem geht hervor, daß es schwer sein dürfte, in verschiedenen Versuchen stets die gleichen Bedingungen zu erfüllen. Ganz abgesehen von der individuell verschiedenen Kraft der Exspirationsmuskeln variiert auch die Höhe der inspiratorischen Ausgangsstellung. Daher sind die bei maximalem Pressen gegen einen Widerstand (Quecksilbersäule) gefundenen Werte sehr verschieden. Nach Rohrers Angaben schwanken die bei gesunden Erwachsenen gefundenen Zahlen zwischen 70 und 150 mm Quecksilbersäule. Nach Boruttau sollen sogar Werte bis 248 mm Quecksilbersäule beobachtet sein. Daß dementsprechend auch der Ausfall des Valsalvaschen Versuches selbst bei gesunden Herzen sehr variieren kann, liegt klar auf der Hand.

Wenn man verwertbare Vergleichszahlen erhalten will, ist es daher notwendig, daß der auf dem Herzen ruhende Druck bei den einzelnen Versuchspersonen stets die gleiche Höhe hat. Zu diesem Zweck läßt man die zu untersuchende Person ein Glasmundstück in den Mund oder besser eine Nasenolive in die Nase nehmen, die durch einen Schlauch mit einem Quecksilbermanometer verbunden sind. Es muß nun eine möglichst gleich starke Pressung von der Versuchsperson ausgeführt werden. Bei diesem sogenannten dosierten Versuch muß dann ein zweiter Beobachter die Höhe des Thoraxinnendruckes an einer Skala ablesen und kontrollieren. Ewig hat dieselbe Manometereinrichtung in einer Ecke des Röntgenschirms anbringen lassen, so daß es dem untersuchenden Arzt bei dieser Verbesserung möglich ist, selbst die Kontrolle vorzunehmen und sich somit der zweite Beobachter erübrigt.

Abgesehen von der Höhe des exspiratorischen Druckes hängt der Grad der Herzvolumenverkleinerung durch den Valsalvaschen Versuch von Faktoren ab, die das Herz selbst betreffen, und zwar nach Dietlen von

a) der Wandbeständigkeit,

b) dem Tonus des Herzmuskels.

Es ist selbstverständlich, daß ein muskulöses Herz mit starken Wänden sich dem Druck gegenüber anders verhält als ein solches mit dünnen. Außerdem wird ein Herz, in dessen Muskelwänden bei sonst normaler Stärke sich krankhafte Veränderungen, wie Einlagerungen von Bindegewebe und Indurationen usw. finden, eine gewisse Abweichung in der Verkleinerung während des Versuches erkennen

lassen. Dietlen erscheint die schnelle und deutliche Größenveränderung des Herzens bei der Atmung schon das Zeichen einer guten Anpassungsfähigkeit desselben zu sein. Eine gewisse Nachgiebigkeit der Herzwände ist also für das Gelingen des Versuches notwendig.

Weiter hat Bürger die Frage ventiliert, ob große oder kleine Herzen unter der Wirkung des Valsalvaschen Versuches eine verschiedenartigere Veränderung erfahren. Er fand in seinen Versuchen an 100 Lehrlingen einer Werft, bei denen zuerst orthodiagraphische Aufnahmen in Ruhelage, dann während einer dosierten Pressung von 31,5 bis 31,7 mm Hg.-Druck ausgeführt wurden, daß relativ weite Schwankungen im Ausfall des Valsalvaschen Versuches vorkommen. Von diesen 100 Versuchsherzen nahm er die 20 größten und 20 kleinsten heraus und verglich ihre prozentuale Verkleinerung miteinander. Er kommt hier zu dem Ergebnis, daß „die prozentuale Herzflächenverkleinerung unter der Pressung bei den großen Herzen der jugendlichen Individuen fast doppelt so groß ist, als bei den kleinen" und bringt es damit in Zusammenhang, daß „am Ende des Preßversuches das Restvolumen bei den großen Herzen relativ kleiner ist als bei den kleinen". Weiter findet er, daß diejenigen jugendlichen Versuchspersonen, bei denen er infolge körperlichen Trainings eine vermehrte Wandbeständigkeit vermutet, die stärkere Volumenabnahme erkennen lassen. Die Möglichkeit eines durchaus umgekehrten Verhaltens von trainierten und untrainierten Herzen Erwachsener hält Bürger allerdings nach seinen Angaben für wahrscheinlich. Da sich Bürger des dosierten Valsalvaschen Versuches bediente, fällt der Einwurf fort, daß die körperlich besser trainierten Leute vielleicht auch eine intensivere Pressung ausgeführt haben können. Mosler und Herxheimer fanden das gleiche Verhalten bei körperlich trainierten Sportsleuten. Da sie sich aber der maximalen Pressung bedienten, so war dies Ergebnis nicht weiter auffallend, denn aus vielfachen Erfahrungen geht hervor, daß die maximale Preßkraft trainierter Sportsleute erheblich intensiver ist, als die untrainierter. Dietlen ist allerdings entgegengesetzter Ansicht. Er fand bei seinen Untersuchungen, daß das hyperthrophische Herz gegenüber Druckveränderungen im Brustkorb — also auch beim Valsalvaschen Versuch — eine erhöhte Formbeständigkeit besitzt und sucht dieses damit zu erklären, daß er eine Vermehrung des elastischen und des Bindegewebes im hyperthrophischen Herzmuskel annimmt.

Ewig hat daher bei 100 Sportsleuten das Verhalten der Valsalvaverkleinerung bei stets gleichbleibendem Druck (40 mm Hg.-Säule) untersucht. Er ist auch hierbei wenigstens z. T. zu dem gleichen Ergebnis gekommen, wie Mosler und Herxheimer. Die Mehrzahl der Sportsleute zeigte eine große prozentuale Herzflächenverkleinerung. Diesen stehen einzelne andere gegenüber, die ein auffallend starres Herz haben. Er bezieht dieses auf eine Hyperthrophie des Herzmuskels.

Neben der Hyperthrophie ist nach Dietlen das tonische Verhalten des Herzens auf die Verkleinerung ausschlaggebend. Versuche in dieser Richtung sind von Dietlen, Mosler, Balsamoff u. a. ausgeführt.

Unter Tonus versteht Mosler die Eigenschaft des Herzmuskels, „in einem Zustand bestimmter Spannungsleistung zu verharren,

sowohl in der Systole als auch in der Diastole". Dietlen schlägt zur Untersuchung verschiedene Wege vor, von denen der Valsalvasche Versuch und das Atmen im Ueber- und Unterdruckapparat die ergiebigsten Ergebnisse zeitigen. Er hält den dosierten Valsalvaschen Versuch, wie er von Pongs angegeben ist, für die am meisten Erfolg versprechende Methode. Dietlen nimmt bei krankhaft dilatierten Herzen eine Tonusabnahme an. Man stellt an diesen Herzen intrathorakalen Druckschwankungen gegenüber eine verminderte Formbeständigkeit fest. Diese sind also nachgiebiger, der Ausfall des Valsalva ist bei diesen Herzen größer, das Herz selbst ist schlaffer.

Mosler und Balsamoff kommen nach ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß „die Formbeständigkeit des Herzens während des Valsalvaschen Versuches bei hyperthrophischen, gut kompensierten Herzen wesentlich erhöht, bei schlaffen, debilen Herzen jeglicher Ursache erheblich herabgesetzt ist." Bei den hypertrophischen arbeitet allerdings die vermehrte Muskelmasse der Wirkung des Versuches entgegen, doch verhindert sie allein nicht die wesentliche Verkleinerung, denn hypertrophisch dilatierte und schwache Herzen verhalten sich trotz vermehrter Muskelmasse in Bezug auf das Ergebnis des Versuches ähnlich wie nicht hypertrophisch schlaffe Herzen. Leistungsfähige hypertrophische Herzen weisen eine vermehrte Formbeständigkeit auf.

Bei den Ergebnissen wären allerdings noch Füllungsschwankungen des Herzens zu berücksichtigen. Man vermutet, daß diese Schwankungen ebenfalls irgendwie vom diastolischen Tonus des Herzens abhängen.

Somit braucht ein sportlich und demnach in körperlicher Anstrengung und Atemtechnik ausgebildetes Herz nicht immer die größere prozentuale Verkleinerung gegenüber einem ungeübten Herzen zu haben. Denn bei dem Ausfall des Valsalvaschen Versuches bei Sportsleuten sind zwei Momente ausschlaggebend, die in entgegengesetzter Richtung auf das Ergebnis einwirken, und zwar:

1. die Größe des Herzens, die eine vermehrte prozentuale Verkleinerung ergibt,
2. die Hypertrophie, die andererseits wieder eine geringere prozentuale Verkleinerung zur Folge hat.

Der Einzelfall ist daher abhängig vom Ueberwiegen des einen oder anderen Faktors. Kleine Sportherzen haben daher fast immer einen geringen Valsalva, große haben infolge der starken Herzverkleinerung einen großen Valsalva, weil die Hypertrophie durch die Größe des Herzvolumens überdeckt wird.

Die Ergebnisse des Valsalvaschen Versuches in der bisher veröffentlichten Literatur weisen relativ große Differenzen auf, die vielleicht durch die verschieden starke Pressung zu einem Teil zu erklären sind. Andernteils fehlt es bis jetzt ganz an normalen Werten, d. h. an, unter gleichen Bedingungen gefundenen Ergebnissen bei gesunden Herzen.

Wohl hat Bruns im Jahre 1922 den Valsalvaschen Versuch bei maximaler Pressung von 11 Personen zur Untersuchung der Herzgröße, des Pulses und Blutdruckes während derselben ausführen

lassen. Das gab dann auch die Veranlassung zu den weiteren Untersuchungen, die Ewig in der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Königsberg i. Pr. an 150 gesunden neuimmatrikulierten Studenten angestellt hat, die am Anfang des Sommersemesters 1924 und Wintersemesters 1925/26 zu ärztlichen Untersuchungen in der poliklinischen Sprechstunde erschienen. Die Herzverkleinerung ist diesmal jedoch mit ganz geringen Ausnahmen bei einem dosierten Valsalvaschen Versuch von 40 mm Quecksilbersäule und möglichst gleichem Zwerchfellstand gegenüber der Ruhelage festgestellt.

Ich habe es mir zur Aufgabe gemacht, diese Herzen planimetrisch auszumessen und zu vergleichen, nachdem die Gefäßsilhouette ungefähr in Höhe der 3. Rippe wagerecht und das Herz an der Herz-Zwerchfellgrenze gradlinig abgeschnitten sind, unter Berücksichtigung der unter dem Zwerchfell erkennbaren Herzsilhouette.

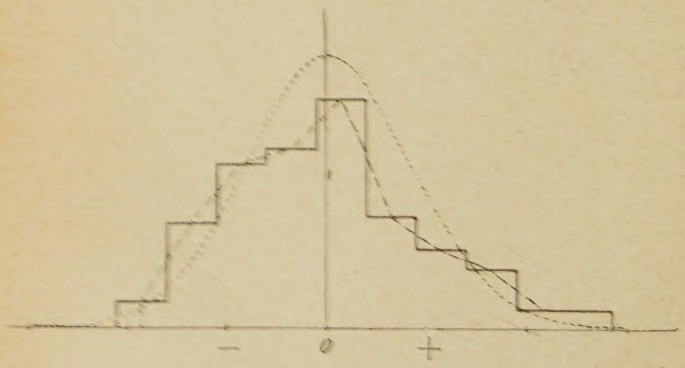
Diese 150 nachgemessenen Herzpaare bei Ruhelage und Valsalraschen Versuch verteilen sich auf die einzelnen prozentualen Verkleinerungen wie folgt:

Prozentuale Verkleinerung.	Frequenz der Fälle.
weniger als 6 qcm	4
6— 8 qcm	16
8—10 „	25
10—12 „	27
12—14 „	34
14—16 „	17
16—18 „	12
18—20 „	9
20—22 „	3
mehr als 22 qcm	3
Summe: . . .	150

Berechnet man aus dieser Tabelle den wahren Mittelwert, d. h. den Wert, der bei diesen 150 Herzen das Mittel der prozentualen Verkleinerung darstellt, so erhält man

12,39 qcm prozentuale Verkleinerung.

Dieser Wert, der durch die von Lang angegebenen Methode errechnet ist und bei dem alle Fehlerquellen ausgeschaltet sind, muß als der Normalwert angesehen werden, zumal das Material zu seiner



Errechnung von gesunden nicht besonders trainierten Versuchspersonen herstammt.

Man findet für die Streuung nach der Langschen Berechnungsmethode die Werte + 3,96. Will man nun die Grenzen feststellen, innerhalb derer noch die prozentuale Verkleinerung als normal anzusprechen ist, so finden wir 12,39+3,96=16,35 prozentuale Verkleinerung nach oben, und 12,39—3,96=8,43 prozentuale Verkleinerung nach unten. Innerhalb dieser Grenzen ist also eine prozentuale Verkleinerung noch als normal zu bezeichnen. Zum Abschluß meiner Berechnung bringe ich noch die der idealen Normalkurve angepaßte empirische Frequenzkurve und das dazugehörige Treppenpolygon zum Vergleich.

Am Schluß meiner Ausführungen ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Bruns für Ueberlassung des Themas und Herrn Dr. Ewig für die Untersuchungen und Anregungen meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur:

1. Bruck: Ueber den Blutdruck bei plötzlichen Anstrengungen nebst Untersuchungen über die hierbei eintretende Veränderung der Herzgröße. Dtsch. Archiv f. klin. Med. 1891.
2. Bruns und Römer: Ztschr. f. d. ges. exp. Med. 1922.
3. Bürger: Der Wert des Valsalvaschen Versuchs als Kreislaufbelastungsprobe. Verhandl. d. deutsch. Ges. f. innere Med. 1925, 282.
3a. Bürger: Ueber die klinische Bedeutung des Valsalvaschen Versuchs. Münch. Med. Wochenschr. 1921, 1066.
4. Dietlen: Herz und Gefäße im Röntgenbild. Lehrbuch-Verlag I. A. Barth, Leipzig 1923.
5. Dietlen: Die Röntgenuntersuchung von Herz, Gefäßen und Perikard. Lehrbuch d. Röntgenkunde. I. A. Barth, Leipzig 1913.
6. Herxheimer: Klin. Wochenschr. 1924, 49.
7. Kraus: Einiges über funktionelle Herzdiagnostik. Deutsch. Med. Wochenschrift 1905, 1, 52, 90.
8. Lang: Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900.
9. Moritz und Tabora: Die allgemeine Pathologie des Herzens und der Gefäße. Handbuch der allgemeinen Pathologie von Krehl und Marshang. II. Bd., 1913.
10. Mosler: Ztschr. f. klin. Med., 75, H. 5 und 6.
11. Mosler und Balsamoff: Klin. W. 1924, 12.
12. Mosler und Burg: Ueber den Herzrhythmus beim Valsalvaschen Versuch Klin. W. 1925, 47.
13. Mosler und Kretschmer: Klin. W. 1924, 46.
14. Pongs: Atmungsreaktionen bei gesunden und kranken Herzen. Med. Kl. 1924, 24.
15. Pongs: Sommers Röntgentaschenbuch, Bd. 8.
16. Pongs: Der Einfluß tiefer Atmung auf den Herzrhythmus und seine klinische Verwendung. J. Springer 1923.

Lebenslauf.

Ich wurde am 5. April 1899 als Sohn des damaligen Kgl. Forstaufsehers, jetzigen Staatsförsters Friedrich Engelbrecht und seiner Ehefrau Emma, geb. Bauer, in Tenkitten, Kreis Fischhausen, geboren. Vom April des Jahres 1906 bis Juli 1907 besuchte ich die Schule in Burg Lochstädt. Nach der Versetzung meines Vaters wurde ich nach Wormditt geschickt und besuchte die dortige evangelische Elementarschule vom 1. Oktober 1907 bis 1. April 1909. Mit Beginn des neuen Schuljahres kam ich auf die Sexta der Kgl. Oberrealschule auf der Burg und habe dieser Anstalt bis zu meiner Einberufung zum Heeresdienste im Sommer 1918 angehört. Ich wurde bei dem Grenadierregiment Nr. 3 in Königsberg eingestellt und am 22. Dezember 1918 nach Ausbruch der Revolution entlassen. Am 15. März 1919 bestand ich auf der Oberrealschule die Reifeprüfung und studierte vom Sommer-Semester 1919 zuerst Naturwissenschaften, dann Medizin. Im Sommer-Semester 1921 bestand ich an der Albertus-Universität das medizinische Vorexamen und am 11. Juli 1925 vor der Prüfungskommission zu Königsberg das ärztliche Staatsexamen. Seit dem 1. August 1925 bin ich als Medizinalpraktikant an der Medizinischen Universitäts-Poliklinik zu Königsberg tätig.

Druck: HANS PUSCH,
Berlin SW 48, Friedrichstr. 231.